

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-145631

(43)公開日 平成8年(1996)6月7日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 1 B 11/06

識別記号 庁内整理番号
G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-262561

(22)出願日 平成7年(1995)9月14日

(31)優先権主張番号 2 9 9 8 1

(32)優先日 1994年11月16日

(33)優先権主張国 韓国 (K R)

(71)出願人 591213405

大字電子株式会社▲社▼

大韓民国ソウル特別市中區南大門路5街
541番地

(72)発明者 尹 熙星

大韓民国ソウル特別市中區南大門路5街
541番地 大字電子株式会社内

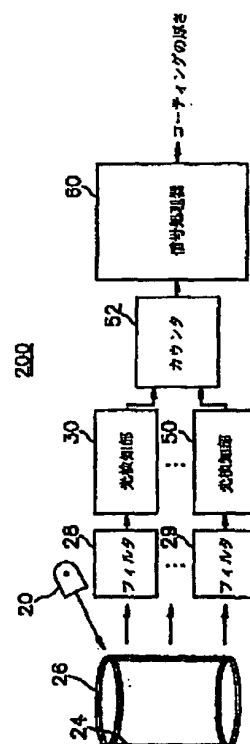
(74)代理人 弁理士 大島 陽一 (外1名)

(54)【発明の名称】 コーティング厚さ測定装置

(57)【要約】

【課題】 高価な単色光の光源を用いずに、容易にコーティングの厚さを測定し得る装置を提供する。

【解決手段】 試料の表面に向かって光ビームを発射する白色光源20と、フィルタリングされた光ビームを生成するフィルタ28、29と、前記フィルタリングされた光ビームの強さを検知し、カウント基準信号を発生する光検知部30であって、前記強さを対応する電流信号に変換する光検知器33、前記電流信号を対応する電圧信号に変換する電流電圧変換器35、電圧信号のピーク電圧値を検知するピーク電圧値検知器37及び各ピーク電圧値と予め定められた閾値とを比較して、ハイ/ローレベルのカウント基準信号を発生するコンパレータ39を有する、前記光検知部30と、ハイレベルのカウント基準信号を計数してカウント数を発生するカウンタ52と、前記カウント数に基づいて、予め定められた複数のコーティングの厚さからコーティングの厚さを選択する信号処理器60とからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コーティング処理過程中、試料の表面に形成された透明コーティング物質からなるコーティングの厚さを測定するためのコーティング厚さ測定装置であって、

前記試料の表面に向かって光ビームを発射する白色光源であって、前記光ビームが、前記コーティングの表面で部分的に反射されて、第 1 反射光ビームを生成すると共に、前記コーティングの表面に部分的に透過され、前記透過された光ビームの一部は前記試料の表面により前記コーティングの表面へ再度反射されて、第 2 反射光ビームを生成し、前記第 1 及び第 2 反射光ビームは、それらの間の位相の差により互いに干渉を起こすことによって、干渉された反射光ビームを生成する、前記白色光源と、

特定の範囲内の波長の前記干渉された反射光ビームをフィルタリングすることによって、特定の範囲内の波長のフィルタリングされた光ビームを生成する 1 つまたは複数のフィルタと、

前記 1 つまたは複数のフィルタに対応して並列に設けられており、各々対応する前記フィルタからの前記フィルタリングされた光ビームの強さを検知すると共に、前記強さからカウント基準信号を発生する 1 つまたは複数の光検知部であって、前記光検知部の各々は、対応する前記フィルタからの前記フィルタリングされた光ビームの前記強さを検知すると共に、前記強さを複数の電流ピークを有する対応する電流信号に変換する光検知器と、前記光検知器からの前記電流信号を、前記電流ピークの各々に対応する複数の電圧ピークを有する電圧信号に変換する電流電圧変換器と、前記電流電圧変換器からの前記電圧信号のピーク電圧値を検知するピーク電圧値検知器と、前記ピーク電圧値の各々を予め定められた閾値と比較することによって、ハイレベルの信号及びローレベルの信号を有するカウント基準信号を発生するコンパレータとを有する、前記光検知部と、

前記ハイレベルのカウント基準信号を計数することによって、カウント数を発生するカウンタと、

前記カウント数に基づいて、予め定められた複数のコーティングの厚さから前記コーティングの厚さを選択する信号処理器とを有することを特徴とするコーティング厚さ測定装置。

【請求項 2】 前記予め定められた複数のコーティングの厚さが、次式により求められ、

$$d_N = (2N + 1) \lambda_0 / 4n \cos \theta$$

ここで、 N は、干渉次数、 λ_0 は、真空状態で測定した光ビームの波長、 n は、透明コーティング物質の屈折率、 d_N は、 N 番目の干渉次数におけるコーティングの厚さ、 θ は、コーティング物質内の反射された第 2 光ビームと試料の表面の法線とのなす角度をそれぞれ表すことを特徴とする請求項 1 に記載のコーティング厚さ測定

装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はコーティングの厚さを測定する装置に関し、特に、透明なコーティング物質を成長させる間、その厚さを測定することのできるコーティング厚さ測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 周知のように、従来の様々な形態のコーティングは、部品に対して、浸食、摩耗、腐食及び酸化に対する抵抗力を与え、それらの平均寿命を増加させるので、機械、電子及び航空産業の分野で幅広く用いられてきた。プラズマ化学蒸着 (PECVD) 法、物理的蒸着 (PVD) 法、電気めっきなどのような幾つの技法が、目標となる部品或いは表面にコーティングを形成するために開発され用いられてきた。

【0003】 与えられた抵抗力は、コーティングの厚さによって大幅に変化することが知られており、コーティングの厚さがある範囲内に保たれている場合、最適の結果が得られることが知られている。従って、コーティングの厚さによる最適の結果を得るためには、コーティングが形成される間現場にてコーティングの厚さを正確にモニタリングすることが必要である。

【0004】 図 1 には、米国特許第 5,208,645 号明細書に「Method and Apparatus for Optically Measuring the Thickness of a Coating」という名称で開示されているように、コーティング処理過程中に、そのコーティングの厚さを現場にて測定する従来の測定装置が示されている。この測定装置は光源 10、第 1 レンズ 11 及び第 2 レンズ 12、透明物質にて覆われた表面 24 を有する円筒形の試料、第 3 レンズ 13、検知器 15、増幅器 16 及び電圧計 17 を有する。この測定装置において、He-Ne レーザのような光源 10 から発射される光ビームは、第 1 レンズ 11 及び第 2 レンズ 12 によって拡張される。その後、その拡張された光ビーム P_i は、試料の表面 24 に入射され、表面 24 から反射される。コーティングされた表面 24 から反射された光ビーム P_r は、第 3 レンズ 13 にて検知器 15 (例えば、Si フォトダイオード) 上に結像される。この検知器 15 は、厚さの関数として変化する反射光ビーム P_r の強さを検知する。最初、検知器 15 により検知された強さは増幅器 16 により増幅され、その後、増幅された強さを対応する電圧に変換する電圧計 17 へ入力される。その後、コーティング表面から反射された光の強さとコーティングの厚さとの間の相関性を表す予め定められた曲線と、電圧の変化とを比較することによってコーティングの厚さが求められる。

【0005】 しかしながら、前述した測定装置は、多くの問題点を有している。第 1 に、有意な結果を得るため

に光源及びフォトダイオードは、光学的に正確に整合して配置されなければならないが、これを実現することは相当に難しい。

【0006】従来の測定装置における他の問題点は、コヒーレントな光ビーム及び単色光ビーム（例えば、He-Neレーザ）を供給し得る光源が要求されるが、そのようなHe-Neレーザは非常に高価であるという点である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の主な目的は、高価な単色光の光源を用いることなく、容易にコーティングの厚さを測定することのできる装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、コーティング処理過程中、試料の表面に形成された透明コーティング物質からなるコーティングの厚さを測定するためのコーティング厚さ測定装置であって、

【0009】前記試料の表面に向かって光ビームを発射する白色光源であって、前記光ビームが、前記コーティングの表面で部分的に反射されて、第1反射光ビームを生成すると共に、前記コーティングの表面に部分的に透過され、前記透過された光ビームの一部は前記試料の表面により前記コーティングの表面へ再度反射されて、第2反射光ビームを生成し、前記第1及び第2反射光ビームは、それらの間の位相の差により互いに干渉を起こすことによって、干渉された反射光ビームを生成する、前記白色光源と、

【0010】特定の範囲内の波長の前記干渉された反射光ビームをフィルタリングすることによって、特定の範囲内の波長のフィルタリングされた光ビームを生成する1つまたは複数のフィルタと、

【0011】前記1つまたは複数のフィルタに対応して並列に設けられており、各々対応する前記フィルタからの前記フィルタリングされた光ビームの強さを検知すると共に、前記強さからカウント基準信号を発生する1つまたは複数の光検知部であって、前記光検知部の各々は、対応する前記フィルタからの前記フィルタリングされた光ビームの前記強さを検知すると共に、前記強さを複数の電流ピークを有する対応する電流信号に変換する光検知器と、前記光検知器からの前記電流信号を、前記電流ピークの各々に対応する複数の電圧ピークを有する電圧信号に変換する電流電圧変換器と、前記電流電圧変換器からの前記電圧信号のピーク電圧値を検知するピーク電圧値検知器と、前記ピーク電圧値の各々を予め定められた閾値と比較することによって、ハイレベルの信号及びローレベルの信号を有するカウント基準信号を発生するコンパレータとを有する、前記光検知部と、

【0012】前記ハイレベルのカウント基準信号を計数することによって、カウント数を発生するカウンタと、

【0013】前記カウント数に基づいて、予め定められた複数のコーティングの厚さから前記コーティングの厚さを選択する信号処理器とを有するコーティング厚測定装置が提供される。

【0014】従来の測定装置と比べて、本発明の測定装置は小数の部品で製造可能であり、その構造がより簡単であるばかりでなく、その製造コストも低い。これは、コヒーレントな光ビーム及び単色光ビームを有する光源の代わりに、白色光源を組み込むことによって、従来の装置内で使用されていたレンズを除去することができ、システムを構成する装置全体の部品数を低減でき、また光源及び光検知器を光学的に正確に整合させて配置する必要がなくなるためである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施例について図面を参照しながらより詳しく説明する。

【0016】図2には、本発明の好ましい実施例による部材（試料）の表面24に形成されたコーティングの厚さを測定するための測定装置100の概略図が示されており、ここで形成されたコーティングは、透明な物質（例えば、ダイヤモンドライクカーボン（diamond like carbon; DLC））からなり、プラズマ化学蒸着（PECVD）法を用いて形成される。本発明に用いられたダイヤモンドライクカーボンとは、短い範囲内において1つのダイヤモンド構造と等しい構造を有する炭素原子の3次元配列を意味し、ここで、各々の炭素原子は4つの他の炭素原子により取り囲まれているが、長い範囲ではダイヤモンド構造を有していない（つまり、構造の単位が一定の区間では繰り返されない）。表面24に形成されたコーティング物質は、コーティング物質とコーティングの周囲との境界を画定するコーティングの表面26を生成する。説明の便宜上、本発明の測定装置100は、図2に示したように、白色光源20、フィルタ28、光検知部30、カウンタ52及び信号処理器60からなる。

【0017】図3に示したように、白色光源20からの光ビームは表面26から部分的に反射されて、反射された第1光ビーム（以下、第1反射光ビーム）を生成すると共に、コーティング表面26を部分的に透過する。透過した光ビームは、試料の表面24によってコーティングの表面26へ再度反射されることにより、反射された第2光ビーム（以下、第2反射光ビーム）を生成する。それらの第1及び第2反射光ビームは、図において、I1及びI2で各々表示されている。それらの第1反射光ビームI1、及び第2反射光ビームI2は、それらの間の位相の差によって互いに干渉を引き起こすことにより、干渉された光ビームを生成する。

【0018】図2を再度参照すると、フィルタ28は、選択された範囲内の波長の干渉された光ビームをフィルタリングすることによって、選択された範囲内の波長の

フィルタリングされた光ビームを生成する。

【0019】再び、図3を参照すると、第1及び第2反射光ビームの間の光路の差を説明するための概略的なイメージ図が示されている。dがコーティングの厚さ、 θ が表面24から反射された光ビームとその表面の法線とのなす角度、 λ_0 が真空状態で測定した第1及び第2反射光ビームの波長である場合、第1反射光ビームと第2反射光ビームとの間の光路差は、 $2d \cos \theta$ となり、これに対応するそれらの間の位相差 δ は次式(1)のようにならされる。

【0020】

$$\delta = (4\pi/\lambda_0) n d \cos \theta \quad \text{式(1)}$$

【0021】ここで、nはコーティング物質の屈折率を表す。

【0022】上記の式(1)を厚さdについて解くと、

【0023】

$$d = \delta \lambda_0 / 4\pi n \cos \theta \quad \text{式(2)}$$

【0024】 $\delta = (2N+1)\pi$ である時(Nは干渉の次数を表す正の整数)、第1反射光ビームと第2反射光ビームとの間で強め合う干渉が生じる。そのような条件下で、反射光ビームの強さは最大となる。強め合う干渉を起こす各点におけるコーティングの厚さは、次式

(3)のように表現される。

【0025】

$$d_N = (2N+1) \lambda_0 / 4n \cos \theta \quad \text{式(3)}$$

【0026】ここで、 d_N は各々の次数Nにおけるコーティングの厚さを表す。

【0027】本発明の好ましい実施例において、 θ は略0度、DLCの屈折率nは、1.8~2.2である。従って、上記式(3)は次式(4)のように表現できる。

【0028】

$$d_N \div (2N+1) \lambda_0 / 8 \quad \text{式(4)}$$

【0029】再び、図2を参照すると、フィルタ28からのフィルタリングされた光ビームは光検知部30へ入力される。その後、この光検知部30は、フィルタリングされた光ビームの強さを検知すると共に、それに対応するカウント基準信号を発生する。このカウント基準信号は、コーティングの厚さを求めるためのカウント数を得るために用いられる。

【0030】図4には、図2に示した光検知部30の詳細なブロック図が示されている。光検知部30は光検知器33と、電流電圧変換器35と、ピーク電圧値検知器37及びコンパレータ39とからなる。光検知器33は、フィルタ28からのフィルタリングされた光ビームの強さを検知すると共に、その強さを対応する電流信号

に変換する働きをする。変換された電流信号は複数の電流ピークを有し、各々の電流ピークは、コーティングの表面26及び表面24から反射された光ビームが特定の波長範囲内で互いに強めあう干渉を起こす際に、即ち、 $\delta = (2N+1)\pi$ を満足する際に現われる。その後、光検知器33からの電流信号は、該電流信号を対応する電圧信号に変換する電流電圧変換器35へ供給される。同様に、電圧信号は電流ピークの各々に対応する複数の電圧ピークを有する。ピーク電圧値検知器37は、電流電圧変換器35からの電圧信号を受け取ると共に、電圧信号におけるピーク電圧値を検知する。コンパレータ39においては、そのピーク電圧値の各々が予め定められた閾値と比較されることによって、ハイレベルの信号及びローレベルの信号を有するカウント基準信号を生成する。ピーク電圧値が予め定められた閾値を超える場合、コンパレータ39はハイレベルのカウント基準信号を出力し、そうでなければ、ローレベルのカウント基準信号を出力する。

【0031】再び、図2を参照すると、カウンタ52は、光検知部30からのカウント基準信号を受け取ると共に、ハイレベルのカウント基準信号の数を計数することによって、干渉次数を表すカウント数を生成する。そのカウント数は式(3)、DLCコーティングの場合には式(4)を用いて計算された予め定められた複数のコーティングの厚さからのカウント数に基づいて、コーティングの厚さを選択する信号処理器60へ入力される。

【0032】次に示された表1は、例えば、5800Åから6000Åまでの選択された波長の範囲の即ち黄色の光ビームに対する、コーティングの厚さとカウント数Mとの間の関係を表す。Mが1の場合、5800Åから6000Åまでの波長の範囲を有する第1反射光ビームと第2反射光ビームとの間の第1の強めあう干渉を観測することであ、電流及び電圧信号の第1のピークと、ハイレベルのカウント基準信号とを観測することである。表1によれば、コーティングの厚さが約700Åから約750Åまでであるとき、従ってDLCのコーティングの厚さが約700Åから750Åまでのときにこれらのピークとカウント基準信号が観測される。同様に、Mが2の場合、信号処理器60はコーティングの厚さを2200Åから2300Åとして出力する。表1を用いるためには、図2に示したフィルタ28は、必ず5800Åから6000Åまでの範囲の波長の光ビームを透過させなければならない。

【0033】

【表1】

表 1

カウント数	M=1	M=2	M=3	M=4	M=5
黄色波長範囲 (5800Å~6000Å)	700 ~750	2200 ~2300	3625 ~3750	5050 ~5250	6520 ~6750

【0034】測定装置100の正確度を向上させるために、図5に示したように、別のフィルタ及びそのフィルタと同数の光検知部を更に加えることができる。図5に示した測定装置200は、別のフィルタ（例えば、29）及び対応する個数の光検知部（例えば、50）を含む。図2及び図5に示した等しい部分には同一の番号が付されている。この場合、並列に配列された各々のフィルタは、特定の範囲内の波長の干渉された光反射ビームをフィルタリングすることができる。各フィルタの波長の範囲は、各々のフィルタリングされた光ビームのカウント基準信号の電圧ピークが、フィルタリングされた他のビームと重ならないように選択される。フィルタリングされた光ビームの各々は、対応する各光検知部へ入力され、各々のフィルタリングされた光ビームに対応する複数のカウント基準信号を発生する。カウンタ52は、各光検知部からのハイレベルのカウント基準信号を各々

カウントし、計数されたカウント数を合計することによって、総カウント数Tを発生する。その後、その総カウント数Tは信号処理器60へ入力される。コーティングの厚さ及び総カウント数に関するより詳細なデータを含むということを除いて、表1と類似する表2から対応するコーティングの厚さを選択する。

【0035】下記の表2は、例えば、3800Åから4000Å、4900Åから5100Å、5800Åから6000Åの特定の範囲の波長を各々フィルタリングする3つのフィルタを備える装置に対するコーティングの厚さと総カウント数Tとの間の関係を表している。表2からコーティングの厚さを選択することによって、より正確なコーティングの厚さが得られる。

【0036】

【表2】

表 2

総カウント数	T=1	T=2	T=3	T=4	T=5
3800Å ~4000Å	475 ~500	—	—	1425 ~1500	—
4900Å ~5100Å	—	612 ~637	—	—	1837 ~1912
5800Å ~6000Å	—	—	725 ~750	—	—

【0037】上記において、本発明の特定な実施例について説明したが、本発明に記載した特許請求の範囲を逸脱することなく、当業者は種々の変更をし得ることは勿論である。

【0038】

【発明の効果】従って、本発明によれば、従来の測定装置と比べて、小数の部品で製造可能であり、より簡単な構造を有するだけでなく、製造コストも低いコーティング厚さ測定装置が提供される。これは、コヒーレントな光ビーム及び単色光ビームを有する光源の代わりに、白

色光源を組み込むことによって、従来の装置内で用いられていたレンズを除去することができ、システムを構成する部品全体の数を低減することができ、また光源及び光検知器を光学的に正確に整合させて配置する必要がなくなるためである。

【図面の簡単な説明】

【図1】コーティングの厚さを測定するための従来の装置を示した概略図。

【図2】本発明に基づくコーティング厚さ測定装置の概略的なブロック図。

【図3】試料の表面から反射された光ビームとコーティング表面から反射された光ビームとの間の光路の差を説明するための模式図。

【図4】図2で示した光検知部を示したブロック図。

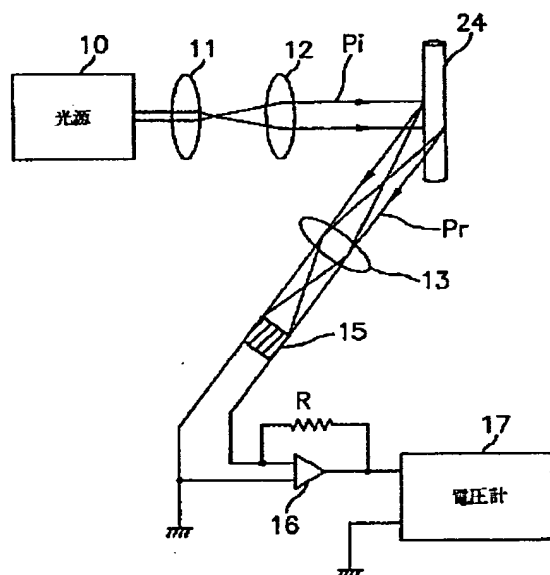
【図5】複数のフィルタ及びそれに対応する個数の光検知部が組み込まれた測定装置200の概略的なブロック図。

【符号の説明】

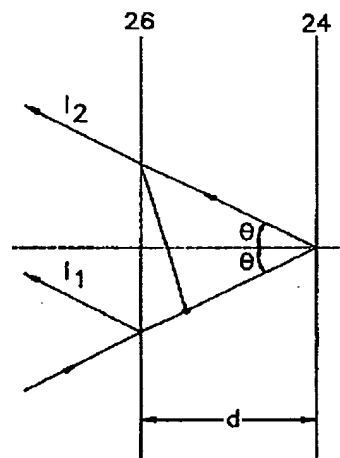
10 光源
11 第1レンズ
12 第2レンズ
13 第3レンズ
15 検知器
16 増幅器

17 電圧計
20 白色光源
24 試料の表面
26 コーティングの表面
28、29 フィルタ
30 光検知部
33 光検知器
35 電流電圧変換器
37 ピーク電圧値検知器
39 コンパレータ
50 光検知部
52 カウンタ
60 信号処理器
100、200 コーティング厚さ測定装置

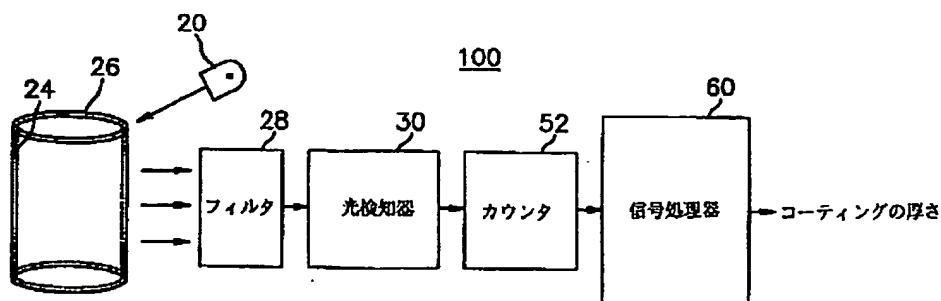
【図1】



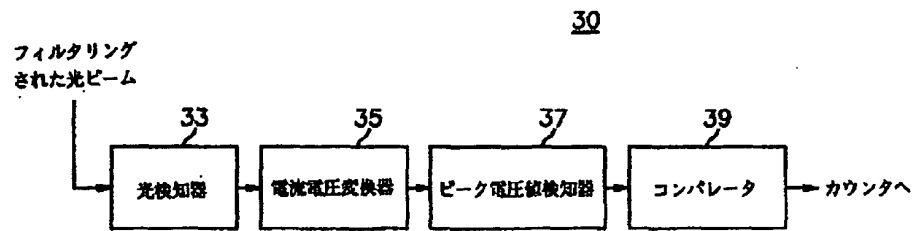
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

